

UNIVERSITA' DI PISA



SCUOLA DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria delle Costruzioni Civili

Tesi di Laurea:

COMPORTAMENTO SISMICO DI UN COMPLESSO DI EDIFICI RESIDENZIALI POPOLARI A LIVORNO

Relatori:

Prof. Ing. Mauro Sassu

Ing. Rosella Condello

Ing. Anna De Falco

Candidato:

Giovanni Levrero

A.A. 2013/2014

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 1
<i>CAPITOLO 1: IL SISMA SENSIBILITA' ALLA PROBLEMATIC</i>	
1.1 Sisma e normativa: connubio storico	pag. 4
1.2 La situazione nella Regione Toscana	pag. 10
1.2.1 Normativa regionale	pag. 10
1.2.2 Prevenzione e riduzione del rischio sismico in Toscana	pag. 16
<i>CAPITOLO 2: VALUTAZIONE LIVELLO DI SICUREZZA SISMICA</i>	
2.1 Generalità	pag. 21
2.2 Valutazione della vulnerabilità	pag. 22
<i>CAPITOLO 3: INDAGINE CONOSCITIVA</i>	
3.1 Il processo di conoscenza: aspetti normativi	pag. 31
3.2 Analisi storico-critica	pag. 40
3.3 Rilievo geometrico-strutturale	pag. 47
3.4 Caratterizzazione meccanica dei materiali	pag. 51
3.5 Livello di conoscenza raggiunto	pag. 67
3.6 Analisi dei carichi	pag. 68
<i>CAPITOLO 4: DETERMINAZIONE VULNERABILITA' CON SCHEDE C.N.R./G.N.D.T.</i>	
4.1 Studio di vulnerabilità sismica delle case popolari di Livorno	pag. 73
4.2 Scheda di livello 0 D.P.C.	pag. 75
4.3 Scheda di livello I C.N.R./G.N.D.T.	pag. 81
4.4 Scheda di livello II C.N.R./G.N.D.T.: considerazioni generali	pag. 85
4.4.1 Scheda di livello II C.N.R./G.N.D.T. per edifici in muratura	pag. 86
4.4.2 Scheda di livello II C.N.R./G.N.D.T. per edifici in cemento armato	pag. 94
4.5 Valutazione del rischio per gli edifici in muratura ed in cemento armato	pag. 107
4.6 Applicazione metodologia C.N.R./G.N.D.T. per il calcolo della vulnerabilità delle case popolari di Livorno	pag. 110

4.7 Riepilogo dei risultati delle schede di livello II C.N.R./G.N.D.T.	pag. 114
4.7.1 Principali criticità riscontrate negli edifici in muratura	pag. 126
4.7.2 Principali criticità riscontrate negli edifici in calcestruzzo armato	pag. 128
 <i>CAPITOLO 5: DETERMINAZIONE VULNERABILITA' MEDIANTE METODOLOGIE VC</i>	
<i>E VM ELABORATE DA G.N.D.T.</i>	
5.1 Valutazione della vulnerabilità nell'ambito del progetto S.A.V.E.	pag. 142
5.2 Legami tra le schede di II livello C.N.R./G.N.D.T. (per edifici in c.a. ed in muratura) e le procedure VM e VC del progetto S.A.V.E.	pag. 146
5.3 La procedura VM elaborata nell'ambito del progetto S.A.V.E.	pag. 149
5.4 La procedura VC elaborata nell'ambito del progetto S.A.V.E.	pag. 154
5.5 Considerazioni sulle procedure VC e VM	pag. 162
5.5.1. Grado di oggettività	pag. 162
5.5.2 Pannelli di tamponatura	pag. 164
5.5.3 Regolarità strutturale	pag. 168
5.5.4 Elementi tozzi	pag. 169
5.5.5 Amplificazione spettrale	pag. 174
5.6 Analisi dei risultati	pag. 176
CONCLUSIONI	pag. 204
Bibliografia	pag. 210
Sitografia	pag. 212

Introduzione

Il nostro è un paese a media sismicità e non a grande sismicità come il Giappone o gli Stati Uniti e quando il periodo di ritorno dei terremoti supera una generazione, la percezione media del rischio nella popolazione si riduce drasticamente nascendo un problema di trasmissione dell'esperienza.

Si stima che solo il 14% degli edifici presenti nelle zone sismiche italiane più pericolose (il 45% dell'intero territorio) siano stati costruiti con criteri antisismici.

Fino agli anni '90 il nostro paese non aveva attivato altra politica di prevenzione contro la minaccia dei terremoti, se non quella di emanare norme tecniche per le costruzioni in zona sismica obbligatorie per qualsiasi nuova costruzione e solo in alcuni casi per gli interventi sulle costruzioni esistenti.

E' però nella vulnerabilità del sistema insediativo che bisogna ricercare l'entità delle conseguenze calamitose del fenomeno sismico.

Qualsiasi percorso di interventi sul costruito per innalzarne le prestazioni, non può che avviarsi con l'esame dello stato attuale. Su scala nazionale la campagna di monitoraggio della vulnerabilità sismica si è avviata con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003, che richiedeva la verifica di sicurezza degli edifici pubblici strategici e rilevanti esistenti, progettati secondo norme tecniche antecedenti al 1984 e/o situati in Comuni la cui classificazione sismica, sulla base dei moderni criteri di stima della pericolosità sismica di base, comportasse livelli dell'azione sismica superiori a quelli relativi all'epoca di costruzione.

Lo studio per la valutazione della vulnerabilità sismica di 48 edifici (dei quali 15 in muratura e 33 in cemento armato) proposto nella presente tesi, nasce in questo contesto dalla convenzione stipulata tra l'Università di Pisa e CASALP, Casa Livorno e Provincia s.p.a., una società per azioni di proprietà dei Comuni della Provincia di Livorno. CASALP fornisce servizi per l'abitare sociale, amministra, gestisce, progetta i lavori di manutenzione dell'ampio patrimonio edilizio popolare comprendente anche le 48 unità di cui sopra.

In un primo momento la valutazione della vulnerabilità sismica dei suddetti edifici si è effettuata adottando le schede di rilevamento strutturale definite rispettivamente di livello 0, I, e II, messe a punto dal C.N.R.-G.N.D.T. (Consiglio Nazionale delle Ricerche-Gruppo Nazionale per la Difesa dai terremoti) e rielaborate dal Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica della Regione Toscana.

Nella seconda parte della presente relazione si propone, per la valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico degli edifici pubblici in esame, la metodologia VC e VM elaborata da G.N.D.T insieme al Dipartimento della Protezione Civile e al Ministero del Lavoro, ed

impiegabile su edifici esistenti nell'ambito del progetto "Strumenti Aggiornati per la Vulnerabilità sismica del patrimonio Edilizio e dei sistemi urbani" (S.A.V.E.).

L'indagine condotta è finalizzata ad individuare le situazioni di maggior rischio, ovvero a stilare una graduatoria dei fabbricati che necessitano di miglioramenti, con il fine di poter attribuire un indice di priorità nel caso di avviamento di un'iniziativa di interventi di adeguamento sismico.